

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

(12) **Offenlegungsschrift**  
 (10) **DE 196 19 381 A 1**

(21) Aktenzeichen: 196 19 381.8  
 (22) Anmeldetag: 14. 5. 96  
 (43) Offenlegungstag: 20. 11. 97

**(51) Int. Cl.<sup>8</sup>:**  
**B 60 T 8/00**  
B 60 T 8/32  
B 60 T 8/60  
B 60 T 8/30  
B 60 T 8/18

**DE 196 19 381 A 1**

⑦ Anmelder:  
WABCO GmbH, 30453 Hannover, DE

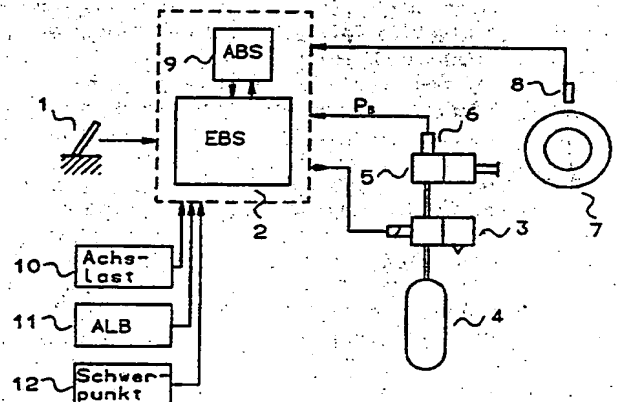
**(72) Erfinder:**  
Rosendahl, Hartmut, 30167 Hannover, DE; Rothen,  
Johann, 31157 Sarstedt, DE; Koschorek, Ralf, 30449  
Hannover, DE

**56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:**

DE	44 06 235 A1
DE	38 40 584 A1
DE	38 38 536 A1
DE	36 26 753 A1
DE	28 55 326 A1
DE	24 60 309 A1

### 54) Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Antiblockiersystem

57) Es wird ein Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Antiblockiersystem (ABS) in einem Fahrzeug vorgeschlagen. Dabei werden die Bremsdrücke der einzelnen Räder (7) durch die ABS-Elektronik (9) erfaßt. Diese steuert die Bremsdrücke der Räder einer Achse derart, daß eine zulässige Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) im Mittel nicht überschritten wird. Diese Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) ist von der ABS-Elektronik (9) in Abhängigkeit von dem Straßenreiwert  $\mu$ , der Beladung des Fahrzeugs, der Schwerpunktshöhe des Fahrzeugs, dem Radstand oder der Spurweite des Fahrzeugs berechenbar. Hierdurch wird eine adaptive Giermoment-Abschwächung erreicht, wobei der Gesamt-Bremsweg des Fahrzeugs nicht wesentlich verlängert wird.



**DE 196 19 381 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**BUNDESDRUCKEREI 09. 97 702 047/148**

7/26

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Antiblockiersystem in einem Fahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei einer stärkeren Abbremsung eines Fahrzeugs auf einer Fahrbahn, welche seitenweise unterschiedliche Reibwerte aufweist, entsteht bekanntlich ein Giermoment, welches das Fahrzeug in Richtung auf die Straßenseite mit dem höheren Reibwert hin abzulenken versucht. Diesem Effekt muß der Fahrer durch Gegenlenken begegnen. Dies kann jedoch für ungeübte Fahrer problematisch sein, insbesondere dann, wenn das Giermoment durch ungünstige Umstände besonders hoch ausfällt. Solche Umstände können z. B. ein kurzer Radstand des Fahrzeugs, eine geringe Beladung, besonders stark unterschiedliche Straßenverhältnisse wie z. B. Beton gegenüber Eis, und auch besonders starke Bremsmanöver, wie z. B. eine Bremsung mit regelndem Antiblockiersystem (ABS) sein.

Insbesondere bei mit einem ABS ausgerüsteten Fahrzeugen ist es deshalb bereits bekannt, das bei einer Bremsung auf einer Straße mit rechts-links ungleichen Reibwerten ( $\mu$ -Split) entstehende Giermoment zu nächst zeitlich verzögert aufzubauen und dann auf einen konstanten Wert zu begrenzen und damit die Stabilität des Fahrzeugs zu erhöhen und somit den Fahrer zu entlasten. Dies geschieht durch besondere Maßnahmen innerhalb der Elektronik des ABS (DE-OS 28 55 326).

Neuerdings sind Fahrzeuge mit elektronischem Bremssystem (EBS) bekannt, bei denen ein von einem Bremswertgeber stammender Sollwert als Bremsdruck in den Bremszylindern (Istwert) einregelbar ist (DE-OS 44 06 235). Auch diese Bremssysteme sind in der Regel mit einem ABS ausgestattet. Da hier zur Erfassung der Bremsdrücke Drucksensoren zur Verfügung stehen, ist es bereits bekannt, die gemessenen Druckdifferenzen zwischen dem Low-Rad auf der glatten Straßenseite und dem High-Rad auf der griffigen Straßenseite zu begrenzen und hiermit eine Giermoment-Abschwächung zu erzielen (DE-OS 24 60 309). Dabei kann das High-Rad unter Wahrung einer zweckmäßigen mittleren Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) vom regelnden Low-Rad druckmäßig mitgesteuert werden, oder auch auf einem konstanten Druck gehalten werden.

Nachteilig an den bekannten Anordnungen ist nun, daß die Giermoment-Abschwächung konstant ist, also nicht auf die jeweilige Straßenbeschaffenheit oder das jeweilige Fahrzeug abgestimmt ist. Der maximal zugelassene Bremsdruck des High-Rades ist nach dem zeitlich verzögertem Aufbau von dem durch die Reibkraft des Low-Rades bestimmten Bremsverlauf des Low-Rades abhängig und somit begrenzt. Hierdurch wird die für ein beherrschbares Fahrzeugverhalten maximal zulässige Bremskraft des High-Rades nicht immer ausreichend ausgenutzt. Es ist gegebenenfalls möglich, daß durch eine zu starke Unterbremsung des High-Rades etwas an Bremsweg verschenkt wird. Es ist ebenfalls möglich, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) für kritische Fahrzeuge zu hoch ist, so daß diese vom Fahrer bei Bremsungen mit  $\mu$ -Split-Reibwerten nicht oder nur schwer beherrschbar sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Fahrzeug mit Antiblockiersystem anzugeben, welches einerseits den Fahrer von einem übermäßigen Gegenlenken entlastet, und andererseits den Bremsweg gegen-

über den bekannten Systemen verkürzt.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 enthaltene Erfindung gelöst. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige Weiterbildungen.

Durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine Giermoment-Abschwächung möglich, die sich den wechselnden Straßenbeschaffenheiten und Fahrzeug-Typen bzw. -Beladungen selbständig anpaßt und damit zur Verkürzung des Gesamt-Bremsweges im Vergleich zu bekannten Verfahren beiträgt. Die Beherrschbarkeit des Fahrzeugs auf  $\mu$ -Split-Fahrbahnen bleibt dabei erhalten.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild eines elektronischen Bremssystems (EBS) mit integriertem Antiblockiersystem (ABS);

Fig. 2 ein Diagramm, in welchem die Bremsdrücke ( $P_B$ ) eines Low-Rades und eines High-Rades der Lenkachse über der Zeit ( $t$ ) aufgetragen sind.

In der Fig. 1 ist zur Erläuterung des Erfindungsgedankens ein elektronisches Bremssystem (EBS) mit integriertem ABS schematisch als Blockschaltbild dargestellt. Die Erfindung ist aber auch bei einem konventionellen Bremssystem mit ABS anwendbar.

Ein Bremswertgeber (1) mit elektrischem Signalausgang ist an einen Regler (2) angeschlossen. Der vom Bremswertgeber (1) stammende Bremsdruck-Sollwert wird im Regler (2) mit einem Bremsdruck-Istwert verglichen, welcher von einem Drucksensor (6) in einem Bremszylinder abgefühlt wird, und dem Regler (2) als Bremsdruck ( $P_B$ ) zurückgemeldet wird. Der Drucksensor (6) kann auch in einem Regelventil (3) angeordnet sein.

Die jeweilige Regelabweichung wird mittels des vom Regler (2) angesteuerten Regelventils (3), welches an einen Druckluftvorratsbehälter (4) angeschlossen ist, ausgeglichen. Mittels des genannten, vorzugsweise stetig arbeitenden Regelventils (3) ist es möglich, den Druck im Bremszylinder (5) auf jeden gewünschten Wert von Null bis zum Behälterdruck im Druckluftvorrat einzustellen.

Das dem Bremszylinder (5) zugeordnete Fahrzeugrad (7) ist mit einem Drehzahlsensor (8) versehen. Dieser ist an eine ABS-Elektronik (9) angeschlossen. Die beiden Elektroniken des EBS (2) und des ABS (9) können über Verbindungsleitungen Daten austauschen, oder aber das ABS ist als ein in das EBS integrierter Bestandteil ausgeführt.

Falls die ABS-Elektronik (9) ein drohendes Blockieren des Rades (7) erkennt, gibt sie entsprechende Signale zum Regler (2), wodurch dieser veranlaßt wird, den zu hohen Bremsdruck abzusinken. Hierdurch wird das Rad vom Bremsdruck entlastet und erhält Gelegenheit, wieder anzulaufen. Sobald sich die Radgeschwindigkeit wieder der Fahrzeuggeschwindigkeit angeglichen hat, kann das Rad wieder mit Bremsdruck beaufschlagt werden. Hierdurch ergeben sich Bremsdruck-Regelzyklen, die im Durchschnitt eine Frequenz von etwa 1 Hz aufweisen.

An die Elektroniken der Bauelemente (2) oder (9) sind weiter ein oder mehrere Achslastsensoren (10) angeschlossen. Hierdurch erhalten die Elektroniken eine Information über die Beladung des Fahrzeugs.

Weiter ist angeschlossen ein ALB-Sensor (11) (ALB = automatisch lastabhängige Bremse). Auch dieser gibt ein Signal über die Beladung des Fahrzeugs ab.

Schließlich ist angeschlossen eine Einheit (12), welche eine Information über die Schwerpunktshöhe des Fahrzeugs abgibt. Dies kann ein Potentiometer oder eine Tastatur sein, mit deren Hilfe der Fahrer eine Schätzung des Schwerpunkts eingeben kann. Es kann aber auch eine Elektronik sein, welche den Schwerpunkt selbständig ermittelt, z. B. aus der Achslastverlagerung beim Bremsen.

In der Fig. 2 ist ein Diagramm dargestellt, in welchem über der Zeit (t) die Bremsdrücke ( $P_B$ ) der beiden Räder der Lenk- bzw. Vorderachse (VA) aufgetragen sind. Wie man erkennt, steigert sich der Bremsdruck ausgehend vom Zeitpunkt ( $t_0$ ), dem Beginn der Bremsung, zunächst für beide Räder der Vorderachse, nämlich dem auf der griffigen Straßenseite laufenden High-Rad und dem auf der glatten Straßenseite laufenden Low-Rad, gleichartig. Zum Zeitpunkt  $t_1$  erkennt das ABS (9) eine Blockierung des Low-Rades und veranlaßt eine Bremsdruckabsenkung im Bremszylinder des Low-Rades, die bis zum Zeitpunkt  $t_2$  andauert. Der Bremsdruck zum Zeitpunkt  $t_1$  ist der sogenannte Abregeldruck ( $P_{max}$ ). Es schließt sich eine Druckhaltephase für das Low-Rad an, bis im Zeitpunkt ( $t_3$ ) mit einer erneuten Drucksteigerung beim Low-Rad ein neuer Regelzyklus beginnt.

Währenddessen steigt der Bremsdruck im High-Rad weiter an, bis er durch die erfindungsgemäße Giermoment-Abschwächung im Zeitpunkt ( $t_4$ ), sobald nämlich eine mittlere Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) zum Low-Rad erreicht ist, konstant gehalten wird. Dieser Anstieg kann, wie hier dargestellt, schon durch entsprechende Signale die das ABS (9) dem Regler (2) überträgt, zeitlich verzögert werden, um den Giermomentaufbau bei Bremsbeginn zu verlangsamen. Die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) ist hier als Abstand zum Abregeldruck ( $P_{max}$ ) des Low-Rades dargestellt. Sie könnte aber auch als Abstand zu einem mittleren Bremsdruck des Low-Rades, z. B.  $(P_{max} + P_{min})/2$  ( $P_{min}$  = Haltedruck) oder als Abstand zum jeweils vorliegenden Bremsdruck des Low-Rades definiert sein.

Die Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) ist nun aber nicht, wie bisher bekannt, konstant, sondern erfindungsgemäß abhängig von bestimmten äußeren Parametern, wodurch sowohl die Straßenbeschaffenheit als auch bestimmte Daten des Fahrzeugs für die Giermomentenabschwächung berücksichtigt werden. Die zugelassene Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) welche von der ABS-Elektronik (9) oder auch vom Regler (2) berechnet wird, wird nun erfindungsgemäß zum einen abhängig gemacht vom Straßenreiwert  $\mu$ . Hierdurch wird der Tatsache Rechnung getragen, daß auf griffiger Straße ein Giermoment durch den Fahrer leichter beherrschbar bzw. durch Gegenlenken ausgleichbar ist. Aus diesem Grunde kann der Algorithmus für die Berechnung von  $\Delta P$  auf griffigen Straßen so ausgebildet werden, daß eine höhere Druckdifferenz erlaubt ist, als auf glatten Straßen. Der Straßenreiwert  $\mu$  kann qualitativ am einfachsten mit einem geeigneten Verfahren aus den jeweiligen Abregeldrücken  $P_{max}$  bestimmt werden.

In der Fig. 2 ist erkennbar, daß ab dem Zeitpunkt  $t_5$  die Abregeldrücke  $P_{max}$  ansteigen, also die Straßenverhältnissen sich verbessern. Aus diesem Grund steigt auch ab  $t_5$  die zugelassene Druckdifferenz  $\Delta P$  von  $\Delta P_1$  auf  $\Delta P_2$ .

Eine weitere Größe, die in den Algorithmus zur Berechnung der Druckdifferenz  $\Delta P$  eingeht, ist die Beladung des Fahrzeugs. Diese kann aus Achslastsensoren (10) oder einem ALB-Sensor (11) abgeleitet werden.

Eine weitere kritische Größe ist die Schwerpunktshöhe

des Fahrzeuges. Diese ist bekanntlich insbesondere bei Nutzfahrzeugen stark von der jeweiligen Beladung abhängig. Die Schwerpunktshöhe kann durch die Einheit (12) in den Regler (2) eingegeben werden.

Weitere für das Giermoment wichtige Größen sind der Radstand und die Spurweite des Fahrzeugs.

Der Algorithmus zur Berechnung der zugelassenen Druckdifferenz  $\Delta P$  wird nun erfindungsgemäß so gewählt, daß sich mit dem Straßenreiwert, der Beladung und dem Radstand des Fahrzeugs die zugelassene Druckdifferenz  $\Delta P$  erhöht.

Diese drei genannten Größen führen nämlich erfahrungsgemäß und auch theoretisch nachweisbar zu einer besseren Beherrschbarkeit des Fahrzeugs in Situationen, in denen Giermomente entstehen.

Dagegen ist der Algorithmus so ausgelegt, daß sich mit der Höhe des Schwerpunktes und der Spurweite des Fahrzeugs die zugelassene Druckdifferenz  $\Delta P$  verringert, da erfahrungsgemäß und theoretisch nachweisbar diese beiden Größen die Beherrschbarkeit des Fahrzeugs in  $\mu$ -Split-Situationen erschweren.

Der bereits erwähnte Straßenreiwert  $\mu$  kann zweckmäßigerweise berechnet werden nach der Formel:

$$\mu = c \times P_{max} / F_N,$$

worin  $\mu$  = Straßenreiwert,

$c$  = Konstante,

$P_{max}$  = ABS-Abregeldruck eines Rades der Hinterachse,

$F_N$  = Last eines Rades der Hinterachse.

Weiter kann die Beladung des Fahrzeugs bestimmt werden aus dem Signal des ALB-Sensors (11) oder den Signalen von Achslastsensoren (10) an der Hinterachse des Fahrzeugs.

Die Schwerpunktshöhe des Fahrzeugs kann zum einen durch den Fahrer abgeschätzt werden und den Elektronik von EBS (2) oder ABS (9) mittels der Einheit (12), welche beispielsweise eine Tastatur aufweist, eingegeben werden.

Es ist aber auch möglich, die Schwerpunktshöhe des Fahrzeugs von der Einheit (12) selbständig berechnen zu lassen. Dies ist beispielsweise möglich aus den Signalen der Achslastsensoren (10), wenn zusätzlich Straßensteigungen und/oder Beschleunigungen des Fahrzeugs mit ausgewertet werden. Die auf Steigungen oder bei Beschleunigungen bzw. Verzögerungen entstehenden Nickbewegungen des Fahrzeugs sind in etwa der Schwerpunktshöhe proportional.

Schließlich ist es zweckmäßig, die Größen Radstand, Spurweite und Leergewicht des Fahrzeugs den Regler (2) oder der ABS-Elektronik (9) einmalig vor Inbetriebnahme des Fahrzeugs einzuprogrammieren. Diese Größen stehen somit auch zu der erfindungsgemäßen Berechnung der zugelassenen Druckdifferenz  $\Delta P$  zur Verfügung.

Die oben beschriebene Erfindung ist selbstverständlich auch bei Fahrzeugen mit mehr als nur einer Lenkachse oder mehr als nur einer Hinterachse entsprechend anwendbar. Sie ist ebenfalls anwendbar bei Anti-Giermoment-Systemen, bei denen die Druckhöhe des High-Rades nicht in Stufen konstant gehalten wird (siehe Fig. 2), sondern synchrone Druckzyklen entsprechend den Druckzyklen des Low-Rades auch beim High-Rad erzeugt werden (nicht dargestellt).

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Antiblockiersystem (ABS) in einem Fahrzeug, wobei während einer ABS-geregelten Bremsung die Bremsdrücke ( $P_B$ ) der einzelnen Räder (7) derart gesteuert oder geregelt werden, daß zwischen den Bremsdruckverläufen am High-Rad und am Low-Rad mindestens der Lenkachse eine zugelassene Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) im Mittel nicht überschritten wird, dadurch gekennzeichnet, daß die zugelassene Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) von einer Elektronik (2 oder 9) berechnet wird in Abhängigkeit vom Straßenreiwert, und/oder der Beladung, und/oder der Schwerpunktshöhe, und/oder dem Radstand, und/oder der Spurweite des Fahrzeugs, und zwar derart, daß der Algorithmus der Berechnung derart gewählt wird, daß sich mit dem Straßenreiwert, der Beladung und dem Radstand des Fahrzeugs die zugelassene Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) erhöht, während sich mit der Schwerpunktshöhe und der Spurweite des Fahrzeugs die zugelassene Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) verringert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Straßenreiwert ( $\mu$ ) berechnet wird nach der Formel  $\mu = c \times P_{\max} / F_N$ , worin  $\mu$  = Straßenreiwert  
 $c$  = Konstante  
 $P_{\max}$  = ABS-Abregeldruck eines Rades der Hinterachse  
 $F_N$  = Last eines Rades oder beider Räder der Hinterachse.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beladung des Fahrzeugs bestimmt wird aus dem Signal eines ALB-Sensors (11) oder den Signalen von Achslastsensoren (10).
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwerpunktshöhe des Fahrzeugs durch den Fahrer geschätzt wird und der EBS-Elektronik (2) oder der ABS-Elektronik (9) mittels einer Einheit (12) eingegeben wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwerpunktshöhe des Fahrzeugs von der Einheit (12) selbständig berechnet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Radstand, die Spurweite und das Leergewicht des Fahrzeugs der EBS-Elektronik (2) oder der ABS-Elektronik (9) einmalig vor Inbetriebnahme des Fahrzeugs einprogrammiert werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

